

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC971 U.S. PRO
09/867465
05/31/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-163042

出 願 人

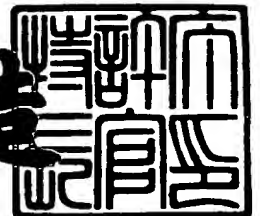
Applicant(s):

株式会社東芝

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3002185

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000002869

【提出日】 平成12年 5月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 生産システムと生産方法

【請求項の数】 14

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 光武 邦寛

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

 【氏名】 奥村 勝弥

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100084618

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 生産システムと生産方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

製品を実際に製造する実生産ラインと、この実生産ラインと実質的に同じ機能をコンピュータ内に構築した仮想生産ラインと、前記実生産ラインにおける各種の情報を前記仮想生産ラインに転送する手段と、前記転送された情報を基に前記仮想生産ラインで最適なロットの進め方を計算する手段と、前記計算の結果に基づく作業指示のデータを前記実生産ラインに転送する手段とを具備してなることを特徴とする生産システム。

【請求項 2】

前記仮想生産ラインへの各種情報の転送、前記仮想生産ラインにおける最適ロットの進め方の計算、及び前記仮想生産ラインから前記実生産ラインへの作業指示のデータの転送を、リアルタイムで繰り返し行うことを特徴とする請求項 1 記載の生産システム。

【請求項 3】

前記実生産ラインから前記仮想生産ラインへ転送される各種情報は、各生産の受注量、ロットの進捗状況、装置の状況、労働者の状況、及び製品のテスト結果を含むことを特徴とする請求項 1 記載の生産システム。

【請求項 4】

前記最適なロットの進め方を計算する手段は、製造工期が最も短く、且つ月当たりの生産量が最大になる解を求めるものであることを特徴とする請求項 1 記載の生産システム。

【請求項 5】

前記最適なロットの進め方を計算する手段は、受注された製品に対して付けられた優先順位に基づき、優先順位の高い製品ほど製造工期が短くなる解を求めるものであることを特徴とする請求項 1 記載の生産システム。

【請求項 6】

前記実生産ラインで生産された製品のテスト結果を前記仮想生産ラインに転送

し、該製品の受注量と照合して次の投入計画が決められることを特徴とする請求項 1 記載の生産システム。

【請求項 7】

前記実生産ラインは、半導体の生産ラインであることを特徴とする請求項 1 ～ 6 の何れかに記載の生産システム。

【請求項 8】

製品を実際に製造する実生産ラインと、この実生産ラインと実質的に同じ機能をコンピュータ内に構築した仮想生産ラインとを用い、仮想生産ラインでシミュレーションすることにより実生産ラインにおける効率的な運用を可能にするための生産方法であって、

前記実生産ラインにおける各種の情報を前記仮想生産ラインに転送するステップと、前記転送された情報を基に前記仮想生産ラインで最適なロットの進め方を計算するステップと、前記計算の結果に基づく作業指示のデータを前記実生産ラインに転送するステップと、前記作業指示のデータに基づいて前記実生産ラインで生産を開始するステップとを含むことを特徴とする生産方法。

【請求項 9】

前記実生産ラインから前記仮想生産ラインへの各種情報の転送、前記仮想生産ラインにおける最適ロットの進め方の計算、及び前記仮想生産ラインから前記実生産ラインへの作業指示のデータの転送を、リアルタイムで繰り返し行うことを特徴とする請求項 8 記載の生産方法。

【請求項 10】

前記実生産ラインから前記仮想生産ラインへ転送される各種情報は、各生産の受注量、ロットの進捗状況、装置の状況、労働者の状況、及び製品のテスト結果を含むことを特徴とする請求項 8 記載の生産方法。

【請求項 11】

前記最適なロットの進め方を計算するステップとして、製造工期が最も短く、且つ月当たりの生産量が最大になる解を求めることを特徴とする請求項 8 記載の生産方法。

【請求項 12】

前記最適なロットの進め方を計算するステップとして、受注された製品に対して付けられた優先順位に基づき、優先順位の高い製品ほど製造工期が短くなる解を求めることを特徴とする請求項 8 記載の生産方法。

【請求項 1 3】

前記実生産ラインで生産された製品のテスト結果を前記仮想生産ラインに転送し、該製品の受注量と照合して次の投入計画を決めることを特徴とする請求項 8 記載の生産方法。

【請求項 1 4】

前記実生産ラインは、半導体の生産ラインであることを特徴とする請求項 8 ～ 1 3 の何れかに記載の生産方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、比較的小規模の工場において効率的な運営を行うための生産技術に係わり、例えば半導体分野において月産数千枚程度の半導体工場で効率的な運営を行うための生産システム及び生産方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の典型的な半導体工場においては、月産ウェハ数が数万枚（1 ロット＝2 5 枚とすると数千ロット）の規模での生産が行われていた。この種の工場において様々な工程で使用する装置は、同一用途のものが数台から数十台あり、数多くのロットが同一種類の装置において処理が成されるため、ロットの流れの把握が難しいという問題があった。ロットの流れを把握するシステムとして、タイシン社のマンシムというソフトがある。これは、製品の各工程における使用装置及び処理時間、装置群などの情報を入力し、仮想的にコンピュータ上でロットを流し、ロットの流れの把握や生産ラインの最適化、生産計画を行おうとするものである。

【0 0 0 3】

生産ラインの最適化、生産計画を行うためには、実際の生産ラインにおけるロ

ットの進捗情報、装置の状態に関する情報、製品の工程情報を、コンピュータ上に仮想的に構築した仮想工場側へ転送し、それらのデータを入力データとしてロットの進捗予想の計算を行い、その結果得られる情報を作業指示として実際の生産ライン側へ転送する必要がある。しかし、月産数千ロットという大規模の生産システムにおいては、コンピュータの処理能力の制約から、各種処理を簡略化して計算しているのが実情であり、必ずしも正確なシミュレーションを行っているのではない。

【 0 0 0 4 】

また、これに類似した方法として、生産試作システムの情報とバーチャルシステムの情報を共有情報を介してやりとりすることにより、シミュレーションを行った結果を利用して生産或いは試作の製造工程を管理する製造管理システムの提案が行われている（特開平 1 0 - 2 0 7 5 0 6 号公報）。しかしながら、この手法では、主としてデバイスシミュレーションやプロセスシミュレーション、回路、形状、論理シミュレーションなどが仮想工場に組み込まれているものの、ロットを流す部分は含まれておらず、ロットフローの予測はできないという問題があった。

【 0 0 0 5 】

図 4 に、マンシムを用いて得られるスループット及び工期の計算結果の例を示す。この図で、横軸は生産ライン内のロット数（Work in Process : W I P）を示し、縦軸はスループット（月当たりの生産量）及び工期を示している。この図より、W I P が少ない場合はスループットは W I P にほぼ比例し、工期は一定値となっている。この状態では、ロットの待ちはあまり発生しない。W I P が大きくなると、スループットの傾きは徐々に小さくなり、ついにはスループットは一定値となってしまう。このスループットは、ボトルネック装置の処理能力に対応することが分かっている。そしてこの領域では、工期は W I P に比例して増加していることが分かる。

【 0 0 0 6 】

生産ラインの生産性を大きくするには、スループットを大きくして、且つ工期を短くする必要がある。工期を最短にするためには、待ちロット数を減らす必要

があり、この図ではW I PをA付近に持ってくる必要がある。しかしながら、スループットが小さすぎるので、現実的ではない。一方、スループットを最大にするには、図のC付近のようにW I Pを大きくすればよいが、この場合は工期が長くなってしまう。従って、図のB点付近で運営することが適当と考えられる。

【 0 0 0 7 】

ところが、生産が装置のメンテナンスや故障、ボトルネック装置への製品の到着の揺らぎなどに起因して図4中の破線のように、スループットが低下し生産性が低下する。このようなスループット低下を防止するためには、ロットの進捗を正確に予測し、スループットを大きく、工期を短くするために最適となる処理を行う必要がある。しかしながら、前述したように大規模の生産システムにおいては、コンピュータの処理能力の制約から各種処理を簡略化して計算せざるを得ず、ロットの進捗を厳密に予測するのは困難であった。

【 0 0 0 8 】

一方、ある装置においてロットを処理する際には幾つかの選択肢が発生することがある。例えば、複数のロットを同時に処理できるバッチ装置において、1ロットが待ちロットとしてある場合に、そのロットを直ぐに処理すべきか、或いは他のロットが来るまで待つべきかの選択を行う必要がある。また、ある装置で優先度の低いロットが待ちロットとしてあり、且つ優先度の高いロットがある時間の後に来ると予想される場合に、その優先度の低いロットを先に処理すべきか、或いは待つて優先度の高いロットを先に処理すべきかの選択を行う必要がある。また、それ以外に連続工程（例えば、前処理→酸化（又はC V D）→後処理、24時間以内）が導入されている場合に、どのようなタイミングで処理を開始すべきかが問題となる。

【 0 0 0 9 】

上記のような複数の選択肢から最適なものを選ぶ方法は、状況に応じて様々に変わると考えられる。しかし、前述したマンシムではどのような選択肢を選ぶかのルールを一意的に決め、その条件の下でロットの進捗を計算するようになっていた。このため、上記のような選択肢が生じた場合、マンシムではそのような計算は不可能であり、これも解決すべき大きな問題となっていた。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来、半導体生産ラインの最適化、生産計画を行うためには、実際の生産ラインにおける各種処理をシミュレーションする必要があるが、コンピュータの処理能力の制約から各種処理を簡略化して計算しているのが実情であり、正確なシミュレーションを行うことは困難であった。このため、ロットの進捗を厳密に予測するのは困難であった。また、複数の選択肢から最適なものを選ぶ方法は状況に応じて変わるものであり、従来方法では最適なものを選択することは困難であった。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、実際の生産ラインにおける各種処理を正確にシミュレーションすることができ、比較的小規模の工場において効率的な運営を行うための生産システム及び生産方法を提供することにある。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

（構成）

上記課題を解決するために本発明は次のような構成を採用している。

【 0 0 1 3 】

即ち本発明は、比較的小規模の工場において効率的な運営を行うための生産システムにおいて、製品を実際に製造する実生産ラインと、この実生産ラインと実質的に同じ機能をコンピュータ内に構築した仮想生産ラインと、前記実生産ラインにおける各種の情報を前記仮想生産ラインに転送する手段と、前記転送された情報を基に前記仮想生産ラインで最適なロットの進め方を計算する手段と、前記計算の結果に基づく作業指示のデータを前記実生産ラインに転送する手段とを具備してなることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また本発明は、製品を実際に製造する実生産ラインと、この実生産ラインと実質的に同じ機能をコンピュータ内に構築した仮想生産ラインとを用い、仮想生産

ラインでシミュレーションすることにより実生産ラインにおける効率的な運用を可能にするための生産方法であって、前記実生産ラインにおける各種の情報を前記仮想生産ラインに転送するステップと、前記転送された情報を基に前記仮想生産ラインで最適なロットの進め方を計算するステップと、前記計算の結果に基づく作業指示のデータを前記実生産ラインに転送するステップと、前記作業指示のデータに基づいて前記実生産ラインで生産を開始するステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものが挙げられる。

【 0 0 1 6 】

(1) 実生産ラインから仮想生産ラインへの各種情報の転送、仮想生産ラインにおける最適ロットの進め方の計算、及び仮想生産ラインから実生産ラインへの作業指示のデータの転送を、リアルタイムで繰り返し行うこと。

【 0 0 1 7 】

(2) 仮想生産ラインへ転送される各種情報は、各生産の受注量、ロットの進捗状況、装置の状況（装置の稼働状況、装置のパフォーマンス状況、欠陥発生状況、QC状況、装置の定期メンテナンスまでの時間、定期メンテナンスに要する時間）、労働者の状況（労働者の勤務状況、作業状況）、及び製品のテスト結果を含むこと。

【 0 0 1 8 】

(3) ロットの処理方法或いは処理の順序に2つ以上の選択肢がある場合、これらの全て或いは一部の可能性に対してロット進捗予想計算を行うステップと、選択肢群から実際に最適な処理方法或いは処理の順序を決定するための判定条件を入力するステップと、その判定条件に基づき、最適な処理方法或いは処理の順序を決定するステップと、その最適な処理方法或いは処理の順序を生産ライン側へ作業指示を行うステップを有すること。

【 0 0 1 9 】

(4-1) 最適なロットの進め方を計算する手段又はステップは、製造工期が最も短く、且つ月当たりの生産量が最大になる解を求めるものであること。

【 0 0 2 0 】

(4-2) 最適なロットの進め方を計算する手段又はステップは、受注された製品に対して付けられた優先順位に基づき、優先順位の高い製品ほど製造工期が短くなる解を求めるものであること。

【 0 0 2 1 】

(4-3) 最適なロットの進め方を計算する手段又はステップは、優先度の高い製品を優先して製造する際に、仮想生産ラインにおけるロット進捗予想の計算を利用して優先度の低い製品の処理の開始時間などの処理条件を制御すること。

【 0 0 2 2 】

(5) 実生産ラインで生産された製品のテスト結果を仮想生産ラインに転送し、該製品の受注量と照合して次の投入計画が決められること。

【 0 0 2 3 】

(6) 実生産ラインが半導体の生産ラインであること。

【 0 0 2 4 】

(7-1) 装置のメンテナンスを行う場合に、仮想生産ラインのロット進捗予想の計算を利用して、メンテナンスの影響を受けない或いは影響が小さいロットを優先的に処理すること。

【 0 0 2 5 】

(7-2) 装置の定期メンテナンスが行われるある一定時間前に、優先度が高い製品を優先的に処理するように指示を出すこと。

【 0 0 2 6 】

(7-3) 装置の定期メンテナンスが行われる一定時間前にコンピュータ画面上或いはそれに類する方法で、メンテナンス時間、それに必要な人員、交換部品、或いは次々回のメンテナンスのための補充手順の指示が表示されること。

【 0 0 2 7 】

(8-1) 装置の故障が予測される場合に、優先度が高い製品を優先的に処理するように指示を出すこと。

【 0 0 2 8 】

(8-2) 装置の故障が予測される場合に、故障の対処方法をコンピュータの画面

の上に表示或いはそれに類する方法で表示すること。

【 0 0 2 9 】

(9) ある工程を通過したロットのデータが異常値を出していることが判明した場合に、仮想生産ラインにより、その工程を通過したロットのうちで異常値を出す可能性があるロットを抽出し、そのロットを待機させること。

【 0 0 3 0 】

(10) ラインにおける作業者の休憩時間を、ロットフローへの影響が最も小さくなるように選ぶこと。

【 0 0 3 1 】

(11) 流品すべき製品が変更になった場合に、使用する装置やその使用時間等の変更に伴い、装置の過不足が発生するか否かを仮想生産システムにおいて計算し、過不足を解消するための装置改造、装置の入れ替えなどを、コストを最小にする場合、或いは期間を最短にする場合で求め、コンピュータ画面上或いはそれに類する方法で表示すること。

【 0 0 3 2 】

(12) ライン内での装置のレイアウトを求める際に、スペースを最小にする方法、導線を最小にする方法、作業者を最小にする方法、或いは用力を最小にする方法を用いること。

【 0 0 3 3 】

(13) 欠陥の大量発生などの理由でウェハ或いはチップの破棄に伴い製品数の減少が予測される場合に、新規ロットを優先度を高くして投入及び処理を行う或いは途中で待機中のロットを優先度を高くして処理を行うこと。

【 0 0 3 4 】

(14) 直材料或いは間材料の在庫管理を行い、在庫を最小にするように直材料或いは間材料の在庫管理を行うこと。

【 0 0 3 5 】

(作用)

本発明では、半導体工場、特に月産数千枚或いはそれ以下の比較的小規模な半導体工場（実生産ライン：ミニファブ）において効率的な生産ラインの運営を行

うために、製品（試作品を含む）を仮想的に製造する仮想工場（仮想生産ライン）を設ける。製品を実際に製造する実生産ラインからのロット進捗情報、装置の状況に関する情報を仮想生産ライン側へ転送し、それらの情報及び仮想生産ライン内に有する製品の工程情報を入力データとしてロット進捗予想の計算を行い、その結果得られる最適な処理ロット、順序などの情報を出力し、それを実生産ライン側へ作業指示として転送し、それに基づき作業を行うことにより、効率的な運営が可能となる。

【 0 0 3 6 】

ロット進捗情報、装置の状況に関する情報、製品の工程情報を入力データとしてロット進捗予想の計算を行う過程で、ある装置においてロットを処理する際に幾つかの選択肢が発生することがある。例えば、複数のロットを同時に処理できるバッチ装置において、1ロットが待ちロットとしてある場合に、そのロットを直ぐに処理すべきか或いは他のロットが来るまで待つべきかの選択を行うことがある。他のロットが直ぐに来ると予想される場合には、そのロットを待った方が得だと考えられ、一方来そうにもない場合は、1ロットのみで処理を行った方が得だと考えられる。従って、状況により最適な処理方法は変わると考えられる。また、ある装置で優先度の低いロットが待ちロットとしてあり、且つ優先度の高いロットがある時間の後に来ると予想される場合に、その優先度の低いロットを先に処理すべきか或いは待つべきかの選択を行う必要がある。

【 0 0 3 7 】

このような様々な選択肢に対して本発明では、その全て或いはその一部に対して計算を行う。選択を行う箇所が複数個ある場合には、それらの全ての組合せ或いはその中の一部の組合せに対してロット進捗の予測を行う。この操作を入力データで指定した計算対象時間の間行う。

【 0 0 3 8 】

月産数万枚或いはそれ以上のウェハを生産する大規模な半導体工場においては、同一種類の装置が数台から数十台あり、上で述べた組合せを計算しようとする、非常に莫大な計算を行うことが必要となり、実質的にこのような計算は困難であった。一方、月産数千枚或いはそれ以下のウェハを生産する半導体工場にお

いては、同一種類の装置は最低 1 台、あっても数台であり、複数の選択肢を生じやすい装置、例えば複数ロットをチャージする装置は全体の 1 / 3 以下となっており、選択を行う機会は月産数万枚のウェハを処理する大規模な半導体工場に比べると少ない。従って、組合せの数も少なくなり、ロット進捗計算の対象となる時間を長くすることができる。

【 0 0 3 9 】

具体的には、従来の大規模工場では、計算機の制約により、例えば 1 0 分の進捗しか計算できないのに対し、本発明が対象としているミニファブでは、例えば 1 週間の進捗が計算でき、実用的となる。このロット進捗予測に基づき、別途入力した最適な処理方法或いは処理の順序を決定するための判定条件に照らし合わせて、最適な処理方法或いは処理の順序を決定することが可能となる。この処理方法を生産ライン側へ作業指示する。その結果、ロットが効率的に流れることになり、工期が短く、スループットを大きくすることができる。従って、半導体ウェハの製造の生産性が向上することになる。

【 0 0 4 0 】

このような半導体ウェハの製造方法を利用して、優先度の高い製品の優先した処理及び優先度の低い製品の可能な範囲内での効率的な処理が可能となる。また、メンテナンスのやり方や装置のメンテナンスが行われているとき、或いは行われようとしているときのロットの処理順序の最適化が可能となる。

【 0 0 4 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【 0 0 4 2 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係わる半導体生産システムの基本構成を示すブロック図である。

【 0 0 4 3 】

半導体製品（及び試作品）を実際に製造する実生産ライン 1 1 においては、製造装置群が存在し、このライン 1 1 を製品が流れている。各製品のロット進捗状況は、実生産システム 1 1 内のコンピュータにより管理が成されている。例えば

、コンピュータ画面で適当な処理を行うと、あるロットが何処の装置にあり、処理中か待ち状態になっているか、或いは搬送中かが分かるようになっている。また、このコンピュータには、ロット進捗データ以外に、装置の状態（稼働中或いはアイドル中、メンテナンス中、故障中、メンテナンス予定等）の情報が保持されている。

【 0 0 4 4 】

実生産ライン 1 1 における各種の情報は、データ転送手段 1 3 としてのネットワークを介して、仮想生産ライン 1 2 側へ手動で、或いは自動的に転送される。ここで、実生産ライン 1 1 における各種情報としては、各生産の受注量、ロットの進捗状況、装置の状況（装置の稼働状況、装置のパフォーマンス状況、欠陥発生状況、QC 状況、装置の定期メンテナンスまでの時間、定期メンテナンスに要する時間）、労働者の状況（労働者の勤務状況、作業状況）、及び製品のテスト結果等がある。

【 0 0 4 5 】

仮想生産ライン 1 2 は、実生産ライン 1 1 と全く同じ機能をコンピュータで構築したものである。現在のコンピュータの性能から、月産数万枚或いはそれ以上のウェハを生産する大規模な半導体工場に対しては、これと同じ機能を精度良く仮想的に構築することは不可能である。従って本実施形態では、月産数千枚或いはそれ以下の比較的小規模な半導体工場を対象にしている。また、大規模な半導体工場に対しては、これを複数に分割して小規模な半導体工場の集合とすれば、現在のコンピュータシステムにおいて各々の小規模工場に対して同じ機能をコンピュータで構築することが可能である。

【 0 0 4 6 】

本実施形態の仮想生産ライン 1 2 においては、コンピュータ内部に製品の工程情報（ある製品がどのような装置群においてどのような処理が行われ、各々どれだけの時間がかかるかの情報）、及び実際の生産ラインに存在する装置群、或いは生産ラインへの導入が検討されている装置の情報が格納されている。そして、実生産ライン 1 1 側から転送された、ある時点でのロットの進捗情報、装置の状態の情報を入力データとして、ある時間の範囲内でのロットの進捗予測のシミュ

レーションを行うようになっている。

【 0 0 4 7 】

仮想生産ライン 1 2 におけるシミュレーション結果は、データ転送手段 1 4 としてのネットワークを介して、実生産ライン 1 1 側へ作業指示として転送される。例えば、作業者に、ある装置においてロット処理を終わる時間を連絡し、その装置に次に投入すべきロットの指示及び終了したロットを次に何処に持っていくか、或いはどの搬送装置へ移動するかの指示等を行う。なお、実生産ライン 1 1 から仮想生産ラインへ 1 2 の各種情報の転送、仮想生産ライン 1 2 における最適ロットの進め方の計算、及び仮想生産ライン 1 2 から実生産ラインへ 1 1 の作業指示のデータの転送は、リアルタイムで繰り返し行う。また、様々な条件下での指示内容の例は、後述する (1) ～ (9) に示す。

【 0 0 4 8 】

上記のロット進捗の予想の計算を行う際に、様々な処理方法、或いは処理の順序に 2 つ以上の選択肢がある場合がある。例えば、複数のロットを同時に処理できるバッチ装置において、1 ロットが待ちロットとしてある場合に、そのロットを直ぐに処理すべきか、或いは他のロットが来るまで待つべきかの選択を行う必要がある。これを例として、図 2 に示す。また、ある装置で優先度の低いロットが待ちロットとしてあり、且つ優先度の高いロットがある時間の後に来ると予想される場合に、その優先度の低いロットを先に処理すべきか、或いは待つべきかの選択を行う必要がある。

【 0 0 4 9 】

図 3 は、これらの様々な選択肢群をツリー状に書いたものである。本実施形態では、このような様々な選択肢に対し、その全部の場合に、或いは一部の場合にロット進捗予想の計算を行う。その結果、様々な選択肢における選択の仕方に応じてロットの進捗予想の計算が可能となる。その後、図 3 に示すように、この中から最適と思われるロットの進捗のさせ方を選ぶ。その際、抽出の仕方としては、例えば全体のスループットを大きくし、工期を短くするものを選ぶようにしたり、ある優先ロットが短い工期で流れるようにしたり、コストを最小にする流し方を採用したりすることが可能である。これらの判断基準は、別途仮想工場へ入

力する必要がある。

【 0 0 5 0 】

次に、最適と思われるロットの進捗のさせ方を決定した後、その結果を実生産ライン 1 1 側へ作業指示として出す。具体的には、上にも述べたように、例えば作業者にある装置においてロット処理が終わる時刻を連絡し、その装置に次に投入すべきロットの指示、及び終了したロットを次に何処に持っていくか、或いはどの搬送装置へ移動するかの指示等を行う。更には、様々な選択肢が発生する際の選択肢の選び方（処理の仕方）の指示を行う。この指示に従って実生産ライン 1 1 で生産を開始することにより、実生産ライン 1 1 の効率的な運用が可能となる。

【 0 0 5 1 】

このように本実施形態によれば、製品を実際に製造する実生産ライン 1 1 と、この実生産ライン 1 1 と実質的に同じ機能をコンピュータ内に構築した仮想生産ライン 1 2 とを用い、実生産ライン 1 1 における生産プロセスを仮想生産ライン 1 2 でシミュレーションすることにより、実生産ライン 1 1 における効率的な運用が可能となる。特に、月産数千枚或いはそれ以下の比較的小規模な半導体工場においては、実生産ライン 1 1 における各種処理を仮想生産ライン 1 2 により正確にシミュレーションすることができるため、ロットの進捗を厳密に予測することができ、小規模工場における運営の効率化をはかることができる。

【 0 0 5 2 】

次に、本実施形態における様々な条件下での指示内容の例を説明する。

【 0 0 5 3 】

(1) 実生産ライン 1 1 内のある装置において、15分後に優先度の高いロットが到着することが判明したとする。この情報は、仮想生産ライン 1 2 に転送されるが、仮想生産ライン 1 2 では、現在のロットの処理を直ちに開始するシミュレーションと、現在のロットの処理を開始せず優先度の高いロットが到着するのを待って処理を開始するシミュレーションを行う。そして、両者のシミュレーション結果から優先度の高いロットが到着するのを待った方が適当との解が得られた。この結果を実生産ライン 1 1 側へ転送し、作業指示を行った。その結果、優

先度の高いロットを短工期で製造することが可能となった。

【 0 0 5 4 】

(2) 実生産ライン 1 1 内のある装置においてメンテナンスを行う必要が生じた場合に、仮想生産ライン 1 2 におけるシミュレーションにより、メンテナンスの影響を受けない、或いは影響が小さいロットを優先的に処理する最適なロット進捗予想結果が得られた。この結果を作業指示することにより、装置メンテナンス時の実生産ライン 1 1 の効率的な運用が可能となった。さらに、装置の定期メンテナンスが行われる一定時間前に、メンテナンス時間、それに必要な人員、交換部品、或いは次々回のメンテナンスのための補充手順等をコンピュータ画面上に表示することにより、メンテナンスを効率良く行うことができた。

【 0 0 5 5 】

(3) 装置の故障が発生することが予測される場合に、故障の予測を考慮した仮想生産ライン 1 2 におけるシミュレーションにより、優先度が高い製品を優先的に処理した方が適当との結果が得られた。その結果に基づき、指示を行うことにより、優先度の高いロットを工期の遅れなく製造することが可能になった。さらに、故障の対処方法をコンピュータ画面の上に表示、或いはそれに類する方法で表示することにより、スムーズな故障の対処ができ、スループットを落とすこと（工期が長引くこと）を防ぐことができる。

【 0 0 5 6 】

(4) ある工程を通過したロットのデータが異常値を出していることが判明した場合に、仮想生産ライン 1 2 によりその工程を通過したロットのうちで異常値を出す可能性があるロットを抽出した。そのロットを待機ロットとし、その後の調査で、良品とはなり得ないことが判明したため、破棄した。このようにして、プロセス異常の製品への影響を最小にすることが可能となった。

【 0 0 5 7 】

(5) 仮想生産ライン 1 2 におけるシミュレーションにより、作業者の最適な休憩時間を求めた。その結果、ある工程の処理が 1 0 分後に終了すること、その後、7 0 分間は作業が発生しないことが分かり、その間に休憩を取るのが適当だとの結果が得られた。その結果に基づき、その工程の処理後 6 0 分間の休憩を取

るように指示を出した。その結果、スループットを落とすこと（工期が長引くこと）なく、作業者は休憩を取ることができた。

【 0 0 5 8 】

（６）流品すべき製品が変更になった場合に、使用する装置やその使用時間等の変更に伴い、装置の過不足が発生するかどうかを仮想生産ライン１２において計算した。その結果、装置の過不足が発生することが判明した。この過不足を解消するための装置改造、装置の入れ替えなどを、コストを最小にする場合、或いは期間を最短にする場合で求め、コンピュータ画面上或いはそれに類する方法で表示させた。その結果に基づき、最適な装置入れ替え手順を決定し、実行した。その結果、製品のスムーズな変更が可能になった。

【 0 0 5 9 】

（７）実生産ライン内での装置のレイアウトを決める際に、スペースを最小にする方法、動線を最小にする方法、作業者を最小にする方法、及び用力を最小にする方法により、各々最適となるレイアウトを求めた。その結果、あるレイアウトがスペースを最小にする方法及び動線を最小にする方法で求めた際の最適解として得られ、且つ作業者を少なく、かつ用力も小さくできることが分かった。このレイアウトを採用することにより、生産性が向上した。

【 0 0 6 0 】

（８）欠陥の大量発生などの理由である製品のウェハ或いはチップの破棄に伴い製品数の減少が予測された。その場合に、新規ロットを優先度を高くして投入、及び処理を行う、或いは途中で待機中のロットを優先度を高くして処理を行った。その結果、その製品の良品数の大幅な減少を防ぐことが可能となった。

【 0 0 6 1 】

（９）仮想生産ライン１２において、直材料及び間材料の在庫管理を行った。その結果、直材料及び間材料の在庫を減らすことができた。

【 0 0 6 2 】

（変形例）

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。実施形態では、半導体生産システムを例に取り説明したが、本発明はこれに限らず、液晶、家電

製品の工場であっても、比較的規模の小さいものであれば適用できる。さらに、自動車、化学プラントの工場に適用することも可能である。また、本発明で対象とするシステムの大きさ（比較的小規模の工場）とは、用いるコンピュータで、実ラインに対して同じ数の計算を行うのが可能な程度、即ち実ラインと全く同じ処理を仮想的に構築できる範囲であり、将来的にコンピュータの処理能力が上がれば、より規模の大きなシステムへの適用も可能となる。

【 0 0 6 3 】

また、本実施形態の説明では、1 ロットの構成枚数 = 2 5 枚程度を想定していたが、これに限定されるものではない。1 ロット = 1 枚から任意の枚数を対象としている。

【 0 0 6 4 】

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【 0 0 6 5 】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、製品を実際に製造する実生産ラインと、この実生産ラインと実質的に同じ機能をコンピュータ内に構築した仮想生産ラインとを用い、実生産ラインにおける各種の情報を仮想生産ラインに転送し、転送された情報を基に仮想生産ラインで最適なロットの進め方を計算し、この計算の結果に基づく作業指示のデータを実生産ラインに転送し、転送された作業指示のデータに基づいて実生産ラインで生産を行うようにしているので、実際の生産ラインにおける各種処理を正確にシミュレーションすることが可能となり、比較的小規模の工場において効率的な運営を行うことができる。

【 0 0 6 6 】

また本発明では、複数の選択肢を有する場合に、その全て或いはその一部に対して計算を行うことにより、状況に応じて最適なものを選ぶことが可能となり、生産システムのより優れた運営を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係わる半導体生産システムの基本構成を示すブロック図

【図 2】

同実施形態を説明するためのもので、ロット進捗予想時に発生する選択種の例を示す図。

【図 3】

同実施形態を説明するためのもので、ロット進捗時に発生する数々の選択肢の組合せの中から最適となる組合せを選ぶ手順を示す図。

【図 4】

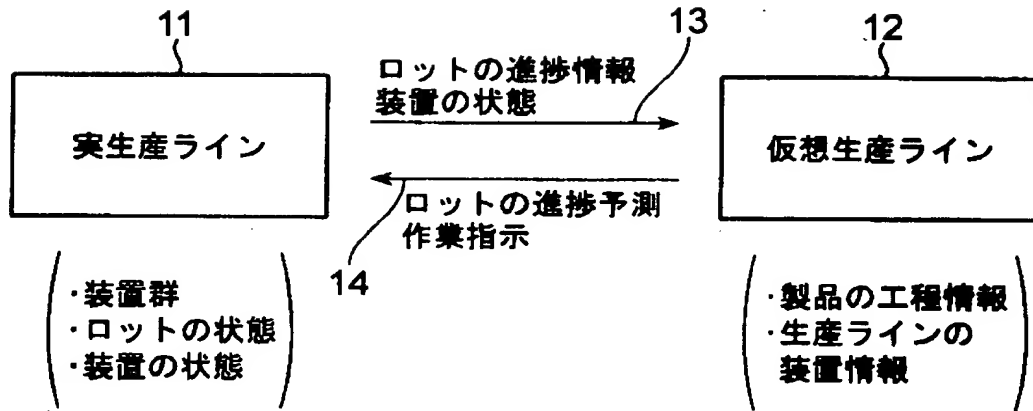
マンシムを用いた従来技術によるスループット及び工程の計算結果の例を示す図。

【符号の説明】

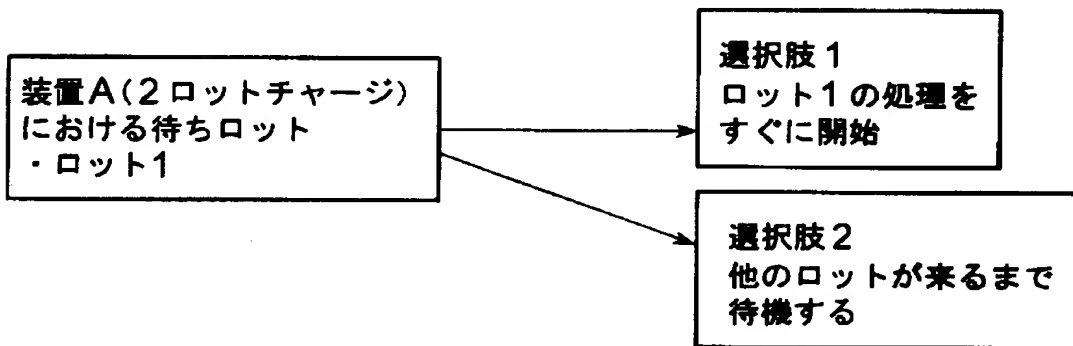
- 1 1 …実生産システム
- 1 2 …仮想生産システム
- 1 3, 1 4 …転送手段

【書類名】 図面

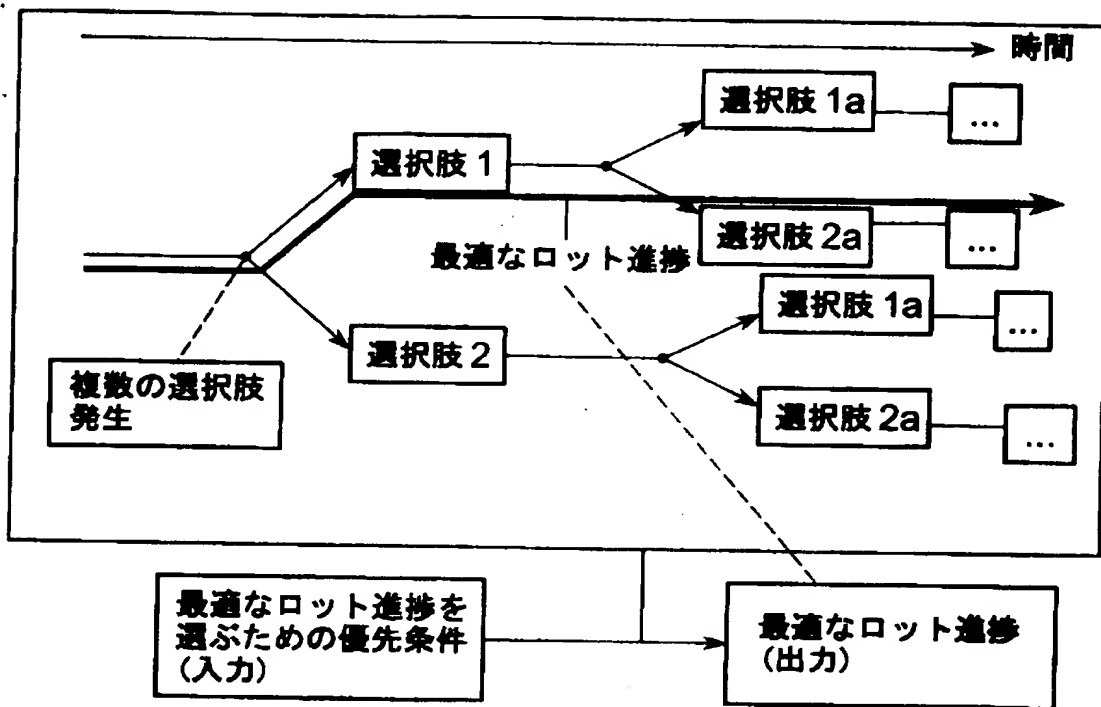
【図 1】



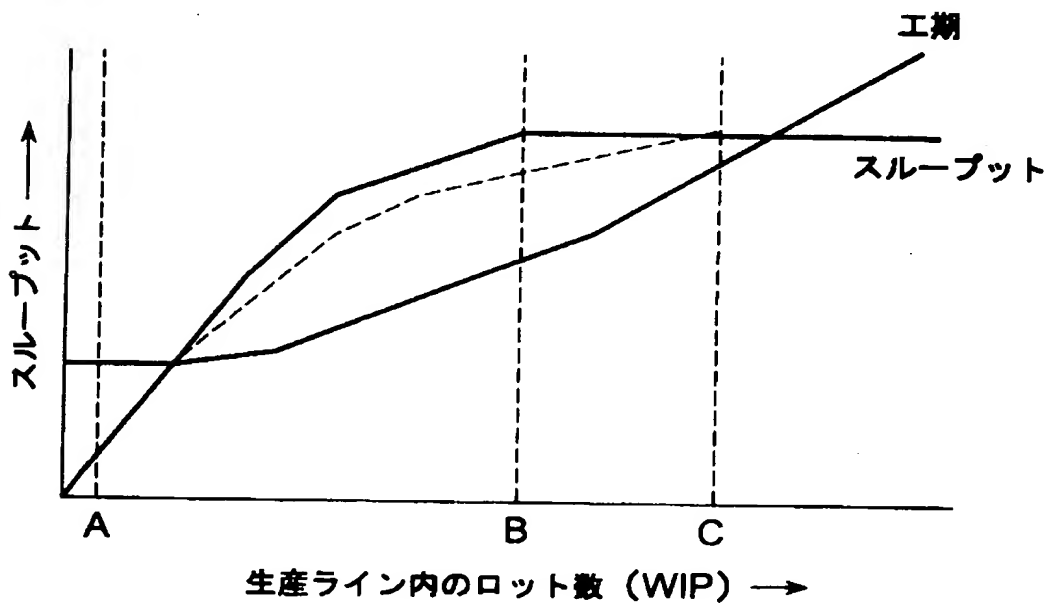
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 実際の生産ラインにおける各種処理を正確にシミュレーションすることができ、比較的小規模の工場において効率的な運営を行う。

【解決手段】 製品を実際に製造する実生産ライン 1 1 と、この実生産ライン 1 1 と実質的に同じ機能をコンピュータ内に構築した仮想生産ライン 1 2 とを用い、仮想生産ライン 1 2 でシミュレーションすることにより実生産ライン 1 1 における効率的な運用を可能にするための生産方法であって、実生産ライン 1 1 における各種の情報を仮想生産ライン 1 2 に転送し、転送された情報を基に仮想生産ライン 1 2 で最適なロットの進め方を計算し、この計算の結果に基づく作業指示のデータを実生産ライン 1 1 に転送し、転送された作業指示のデータに基づいて実生産ライン 1 1 で生産を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地
氏 名	株式会社東芝